

SKRIPSI

EFEKTIFITAS FLUIDISASI 3 FASE DALAM  
MENURUNKAN PARAMETER ORGANIK DALAM AIR



Oleh :

BAGUS DWI CAHYONO  
0852010026

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM  
SURABAYA  
2012

SKRIPSI

EFEKTIFITAS FLUIDISASI 3 FASE DALAM  
MENURUNKAN PARAMETER ORGANIK  
DALAM AIR

untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik ( S-1)

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

Oleh :

BAGUS DWI CAHYONO

0852010026

FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JATIM  
SURABAYA  
2012

SKRIPSI

**EFEKTIFITAS FLUIDISASI 3 FASE DALAM  
MENURUNKAN PARAMETER ORGANIK  
DALAM AIR**

Oleh :  
**BAGUS DWI CAHYONO**  
**0852010026**

Telah dipertahankan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Pada hari : Rabu Tanggal : 23 Mei 2012

Menyetujui,

Pembimbing

Penguji I

Ir. Novirina Hendrasarie, MT.  
NIP : 19681126 199403 2 00 1

Ir. Tuhu Agung R., MT.  
NIP : 19620501 198803 1 00 1

Penguji II

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Ir. Munawar, MT.  
NIP : 19600401 198803 1 00 1

Penguji III

Dr. Ir. Munawar, MT.  
NIP : 19600401 198803 1 00 1


Ir. Dewa Gede Okayadnya W., MT.  
NIP : 19571105 198503 1 00 1

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
Untuk memperoleh gelar sarjana (S1), tanggal 23 Mei 2012

Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan

Ir. Naniek Ratni J.A.R., Mkes.  
NIP : 19590729 198603 2 00 1

## CURRICULUM VITAE

Peneliti					
Nama Lengkap	:	Bagus Dwi Cahyono			
NPM	:	0852010026			
Tempat/tanggal lahir	:	Sidoarjo, 19 Desember 1990			
Alamat	:	Dsn. Serbo Rt 05 Rw 02, Desa Bogempinggir, Balongbendo, Sidoarjo			
Nomor Hp.	:	085646974785			
Email	:	w6830nw@yahoo.com			
Pendidikan					
No	Nama Univ / Sekolah	Program Studi	Mulai		Keterangan
			Dari	Sampai	
1	FTSP UPN "Veteran" Jatim	Teknik Lingkungan	2008	2012	Lulus
2	SMAN 2 Mojokerto	IPA	2005	2008	Lulus
3	SMPN 1 Balongbendo Sidoarjo	Umum	2002	2005	Lulus
4	SDN Bogempinggir	Umum	1996	2002	Lulus
Tugas Akademik					
No.	Kegiatan	Tempat/Judul			Selesai tahun
1	Kuliah Lapangan	PT. SIER, PT. Royal Fisheries, PT. PIER, Balai Konservasi hutan Mangrove Denpasar-Bali, PDAM Denpasar-Bali, PDAM Ubud-Bali			2011
2	KKN	Desa Jangur, Kec Sumberasih. Probolinggo			2011
3	Kerja Praktek	Pengelolaan dan Pengolahan Limbah Cair Unit Produksi III PT. Petro Kimia Gresik			2011
4	PBPAM	Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Buangan Industri Rumah Pemotongan Hewan (RPH)			2011
5	SKRIPSI	Efektifitas Fluidisasi 3 Fase Dalam Menurunkan Parameter Organik Dalam Air			2012
Orang Tua					
Nama	:	H. Sumarsono			
Alamat	:	Dsn. Serbo Rt 05 Rw 02, Desa Bogempinggir, Balongbendo, Sidoarjo			
Telp	:	-			
Pekerjaan	:	Pensiunan PNS			

## KATA PENGANTAR

Atas rahmat dan Hidayah Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir “Efektivitas fluidisasi tiga fase dalam menurunkan parameter organik”.

Adapun tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan “Veteran” Jawa Timur.

Selama menyelesaikan tugas ini, penulis telah banyak memperoleh bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan YME yang telah memberikan dan mengabulkan doa saya selama ini sehingga Tugas Akhir saya dapat terselesaikan ,walaupun dengan kerja keras yang lebih, serta dapat selesai sesuai waktunya.
2. Ir.Naniek Ratni J.A.R,Mkes, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Dr.Ir.Munawar.,MT selaku Ketua Progdil Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Pembangunan “Veteran” Jawa Timur.
4. Ir.Novirina Hendrasarie.,MT selaku dosen Pembimbing saya yang tiada henti- hentinya memberikan ilmu, dukungan,kesabaran serta kasih sayaanganya pada saya dan juga telah memberikan saya satu pelajaran baru yang saya ambil dari beliau.
5. Bapak Ir Tuhu Agung Rahmanto, MT. yang telah memberikan saran dan masukan bagi penulis. Serta senantiasa memberikan semangat bagi penulis.
6. Kedua orang tua saya yang telah memberikan dukungan moril dan material yang sangat berarti bagi saya.

Hasil penelitian ini, diharapkan dapat memberikan informasi mengenai efektivitas fluidisasi tiga fase dalam menurunkan parameter organik (COD). Semoga hasil penelitian ini dapat diterapkan sebagai salah satu cara untuk pengolahan air bersih. Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari sempurna sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, besar harapan penulis terhadap karya sederhana ini agar dapat bermanfaat bagi berbagai pihak.

Surabaya, Mei 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
INTISARI.....	iv
ABSTRAK .....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR NOTASI .....	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1. 1 Latar Belakang.....	1
1. 2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Definisi Air Bersih.....	5
2.2 Syarat Kualitas Air Bersih .....	5
2.2.1 Suhu .....	6
2.2.2 pH .....	8
2.3 Pengertian COD, DO dan TSS.....	8
2.4 Proses Fluidisasi.....	11
2.4.1 Fenomena Fluidisasi .....	14
2.4.2 Jenis Fluidisasi .....	18
2.4.3 Pola Penyebaran Unggun .....	21
2.4.4 Regime Gelembung .....	22
2.4.5 Perpindahan Massa .....	24
2.4.6 Mekanisme Perpindahan Massa .....	25

2.5 Aerasi .....	26
2.5.1 Jenis Aerasi .....	27
2.6 Media Fluidisasi .....	28
2.5.1 Pasir Kuarsa .....	29
2.6 Penelitian Terdahulu .....	30
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	32
3.2 Peralatan Penelitian .....	32
3.3 Variabel .....	32
3.4 Prosedur penelitian.....	33
3.4.1 Prosedur penelitian fluidisasi bermedia .....	33
3.4.2 Prosedur penelitian fluidisasi tidak bermedia (Aerasi) .....	34
3.5 GambarReaktor .....	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Konsentrasi Oksigen Terlarut.....	37
4.2 Konsentrasi COD Dalam Air.....	41
4.3 Konsentrasi Padatan Tersuspensi.....	45
4.4 Suhu dan pH .....	47
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	
LAMPIRAN C	

## INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kemampuan reaktor fluidisasi tiga fase dalam meningkatkan kandungan DO dan menurunkan kandungan organik yaitu COD dan mempelajari pengaruh waktu kontak pada penurunan kandungan organik yaitu COD.

Pada penelitian ini, menggunakan reaktor fluidisasi tiga fase berbentuk Kolom kaca dengan ukuran diameter 10cm dan ketinggian 150 cm. Variable yang digunakan adalah variable kecepatan superficial air 7 cm/dt dan kecepatan superficial udara 1,229 cm/detik dengan waktu kontak 0, 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 menit. Air sampel yang digunakan untuk penelitian adalah air dari kali Surabaya, dan untuk kontrol digunakan air PDAM. Pemilihan variable ini didasarkan pada penelitian terdahulu dan kemampuan peralatan serta kemudahan bukaan valve.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak, konsentrasi COD dalam air sampel semakin menurun. Penurunan kandungan COD tertinggi terjadi pada menit ke 60 dengan persentase penurunan 85 %. Dengan nilai COD yang memenuhi standart air bersih menurut PP No. 82 tahun 2001 dengan nilai konsentrasi 12 mg/l.

Kata kunci : Fluidisasi Tiga fase, Kandungan Organik, COD, DO.



## ABSTRAK

This study aims to determine the ability of three-phase fluidization reactor in increasing DO content and lower organic content of the COD and study the effect of contact time on the COD reduction in organic content.

In this study, using a three-phase fluidization reactor-shaped glass column with a diameter of 10cm and height of 150 cm. Variable used is variable superficial velocity of water 7 cm / sec and the air superficial velocity 1.229 cm / sec with a contact time of 0, 10, 20, 30, 40, 50 and 60 minutes. Water samples used for research is the water of Surabaya times, and to control water use PDAM water. The selection of variables was based on previous research and equipment capabilities and ease of valve opening.

The results showed that the longer the contact time, concentration of COD in water samples decreased. Decrease in COD content was highest at minute 60 with a percentage decrease of 85%. With COD values that meet clean water standards according to the PP. 82 in 2001 with the concentration of 12mg/l.

Key words: Three-phase fluidization, Organic Ingredients, COD, DO.

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas PP No.21 Tahun 2001 .....	6
Tabel 2.2	Pengaruh Suhu Terhadap Konsentrasi Jenuh Oksigen Terlarut pada Tekanan 1 atm .....	7
Tabel 2.3	Table harga s .....	29
Tabel 2.4	Tabel Peningkatan Kadar DO Pada Klom Fluidisai Tiga Fase .....	31
Tabel 4.1	Konsentrasi Oksigen Terlarut Dalam Air .....	37
Tabel 4.2	Persentase Peningkatan Konsentrasi Oksigen Terlarut Dalam Air .....	39
Tabel 4.3	Konsentrasi COD Dalam Air .....	41
Tabel 4.4	Persentase Penurunan Konsentrasi COD Dalam Air .....	43
Tabel 4.5	Konsentrasi Padatan Tersuspensi .....	45
Table 4.6	Suhu Pada Air .....	47
Tabel 4.7	pH Dalam Air .....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Fenomena Fluidisasi Dengan Variasi Laju Alir Gas .....	15
Gambar 2.2	Fenomena Fluidisasi Pada Sistem Gas – Padat .....	15
Gambar 2.3	Fenomena Fixed Bed .....	16
Gambar 2.4	Fenomena Minimum Or Incipient Fluidisation .....	16
Gambar 2.5	Fenomena Smooth Or Homogrnously Fluidisation .....	16
Gambar 2.6	Fenomena Bubbling Fluidization. ....	17
Gambar 2.7	Fenomena Slugging Fluidization .....	17
Gambar 2.8	Fenomena Chanelling Fluidization. ....	17
Gambar 2.9	Fenomena Disperse Fluidization .....	18
Gambar 2.10	Tipe Fluidized Bed .....	19
Gambar 2.11	Bentuk-bentuk Pola Aliran Dalam Fluidisasi Tiga Fase .....	22
Gambar 2.12	Garis Batas Regime Disperse, Coalesced, Slugging Pada Berbagai Kecepatan Superficial Liquid dan Gas .....	23
Gambar 3.1	Reaktor Fluidisasi Tiga Fase .....	35
Gambar 4.1	Grafik Peningkatan Konsentrasi Oksigen Terlarut Dalam Air .....	37
Gambar 4.2	Grafik Persentase Peningkatan Konsentrasi Oksigen Terlarut Dalam Air	39
Gambar 4.3	Grafik Konsentrasi COD Dalam Air .....	41
Gambar 4.4	Grafik Persentase Penurunan Konsentrasi COD Dalam Air .....	43
Gambar 4.5	Grafik Peningkatan Konsentrasi Padatan Tersuspensi .....	45

## DAFTAR NOTASI

$d$	= diameter kolom, cm
$z$	= tinggi kolom, cm
$U_L$	= kecepatan superficial liquid, cm/dt
$U_G$	= kecepatan superficial gas, cm/dt
$\rho_L$	= densitas liquid, gr/cm <sup>3</sup>
$\rho_G$	= densitas gas, gr/cm <sup>3</sup>
$\mu_L$	= viskositas liquid, gr/cm dt
$\mu_G$	= viskositas gas, gr/cm dt
$D_L$	= diffusivitas liquid, cm <sup>2</sup> /dt
$D_G$	= diffusivitas gas, cm <sup>2</sup> /dt
$D_V$	= diffusivitas gas – solid, cm <sup>3</sup> /dt
$K_{La}$	= koefisien perpindahan massa liquid, gr mol/ cm <sup>2</sup> dt atm
$K_{Ga}$	= koefisien perpindahan massa gas, gr mol/ cm <sup>2</sup> dt atm
$A$	= luas permukaan perpindahan massa, cm <sup>2</sup>
$P$	= Tekanan, atm
$H$	= bilangan Henry
$N_{Re}$	= bilangan Reynold
$N_{Sc}$	= bilangan Schmidt
$N_{Sh}$	= bilangan Sherwood
$N_{St}$	= bilangan Stanton
$JD$	= bilangan tak berdimensi untuk perpindahan massa

$f$	= fanning faktor
$N$	= laju perpindahan massa, mol/dt
	= porositas
$P$	= pressure drop, atm
$t$	= waktu, dt
$\phi_s$	= factor koreksi
$U_{mf}$	= kecepatan minimum fluidisasi
$s$	= sphericity

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air merupakan unsur yang vital dalam kehidupan manusia. Seseorang tidak dapat bertahan hidup tanpa air, karena itulah air merupakan salah satu penopang hidup bagi manusia.

Masalah air bersih merupakan hal yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Disamping bertambahnya populasi manusia, kerusakan lingkungan merupakan salah satu penyebab berkurangnya sumber air bersih. Kemajuan industri dan teknologi seringkali berdampak terhadap keadaan air lingkungan, baik air sungai, air laut, air danau maupun air tanah. Dampak ini disebabkan oleh adanya pencemaran air yang disebabkan oleh berbagai parameter yang terkandung dari air buangan. Salah satu cara untuk menilai seberapa jauh air lingkungan telah tercemar adalah dengan melihat kandungan oksigen yang terlarut di dalam air. (Pratama,2008)

Pada umumnya air lingkungan yang telah tercemar kandungan oksigennya sangat rendah. Hal itu karena oksigen yang terlarut di dalam air diserap oleh mikroorganisme untuk memecah/mendegradasi bahan buangan organik sehingga menjadi bahan yang mudah menguap (yang ditandai dengan bau busuk). Selain dari itu, bahan buangan organik juga dapat bereaksi dengan oksigen yang terlarut di dalam air organik yang ada

di dalam air, makin sedikit sisa kandungan oksigen yang terlarut di dalamnya.(Julius, et.al, 2010)

COD dan DO merupakan parameter organik yang sangat penting dalam air bersih. Apabila parameter COD terlalu tinggi maka akan mengakibatkan penurunan parameter DO dalam air karena dengan kenaikan COD maka BOD juga akan naik. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan sampai memenuhi standart kualitas air bersih yang berlaku.

Fluidisasi merupakan salah satu teknik pengontakan fluida baik gas maupun cairan dengan butiran padat. Pada fluidisasi kontak antara fluida dan partikel padat terjadi dengan baik karena permukaan kontak yang luas. Teknik ini banyak digunakan di industri kimia dengan penggunaannya meningkat pesat pada dekade terakhir ini. (Rachmanto dan Laksmono, 2011)

Dalam sistem fluidisasi, perilaku dispersi partikel dan dispersi gelembung memainkan peranan yang penting dalam proses perpindahan massa, di mana secara keseluruhan perilaku tersebut menggambarkan interaksi dari masing-masing fasa. Pada penelitian terdahulu dikemukakan bahwa terjadinya perilaku partikel padat seperti unggun fluida disebabkan karena adanya peningkatan gaya gesek dan gaya tekan ke atas dari aliran fluida yang melewati partikel tersebut. Dengan adanya perilaku partikel dan gelembung tersebut diharapkan dapat membantu pelarutan oksigen kedalam air.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar peningkatan oksigen pada system fluidisasi tiga fase serta penurunan kandungan organik dalam air . Karena pengembangan teknik sistem fluidisasi tiga fasa di dalam aplikasi penggunaannya, terutama di dalam kriteria perencanaan pada unit instalasi pengolahan air sangat terbatas.

Diharapkan hasil penelitian yang diperoleh dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pengolahan air bersih.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- a. Semakin menurunnya kualitas air permukaan akibat pencemaran lingkungan
- b. Pengembangan sistem fluidisasi tiga fasa dalam unit instalasi pengolahan air bersih sangat terbatas.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menentukan kemampuan reaktor fluidisasi tiga fase dalam meningkatkan kandungan DO dan menurunkan kandungan organik yaitu COD.
2. Membandingkan efektifitas fluidisasi tiga fase dengan sistem aerasi dalam menurunkan parameter organik yaitu COD.



#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah

- a. Membantu dalam sistem pengolahan air bersih yang lebih efektif.
- b. Dapat memberikan metode baru dalam pengolahan air bersih yaitu dengan metode fluidisasi tiga fase.

#### 1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah :

- a. Parameter kandungan organik air yang diteliti adalah COD dan DO.
- b. Sampel yang digunakan adalah air dari kali Surabaya.
- c. Untuk air kontrol digunakan air Kemasan.
- d. Media yang digunakan adalah pasir kuarsa dengan ukuran 0,7-1,18 mm.
- e. Penelitian ini dilakukan di laboratorium riset Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Jurusan Teknik Lingkungan.